



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 07214131 A

(43) Date of publication of application: 15.08.95

(51) Int. Cl

**B21B 37/68**  
**B21B 37/00**  
**B21B 37/30**  
**B21B 37/58**

(21) Application number: 06013314

(22) Date of filing: 07.02.94

(71) Applicant: NIPPON STEEL CORP

(72) Inventor: OGAWA SHIGERU  
YOSHIDA TADATSUGU  
ISHII ATSUSHI

## (54) ROLLING CONTROLLER

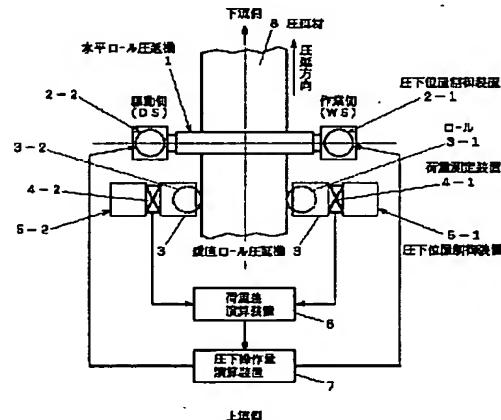
## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To pass a rolling stock straightforward in a rolling line direction without generating such a fluctuation in the longitudinal direction of sheet thickness wedges which is the cause for meandering or camber by operating the rolling down leveling of a horizontal rolling mill in accordance with the manipulated variable of the rolling down level.

**CONSTITUTION:** A load measuring instrument 4-1 of a vertical roll 3-1 on a work side and a load measuring instrument 4-2 of a vertical roll 3-2 on a driving side measure the load acting on the vertical rolls and output this load to an arithmetic unit 6 when the rolling stock 8 passes a vertical rolling mill 3. This arithmetic unit 6 calculates an output difference  $W$  in accordance with this output. This lateral difference  $\Delta P$  of the load is transmitted to an arithmetic unit 7 for the manipulated variable of the rolling down leveling operation, calculates the manipulated variable of the rolling down level in accordance with the  $\Delta P$  and outputs this manipulated variable to rolling down position controllers 5-1, 5-2. This rolling down control executes the rolling down leveling operation as the backward slip on the driving side of horizontal rolls

is judged to be large and the draft to be large when, for example, the vertical roll load on the work side is larger than the driving side vertical roll load.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 21 B 37/68				
37/00	B B M			
37/30				
	8315-4E		B 21 B 37/00	1 3 5
				B B M
		審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 13 頁)		最終頁に続く

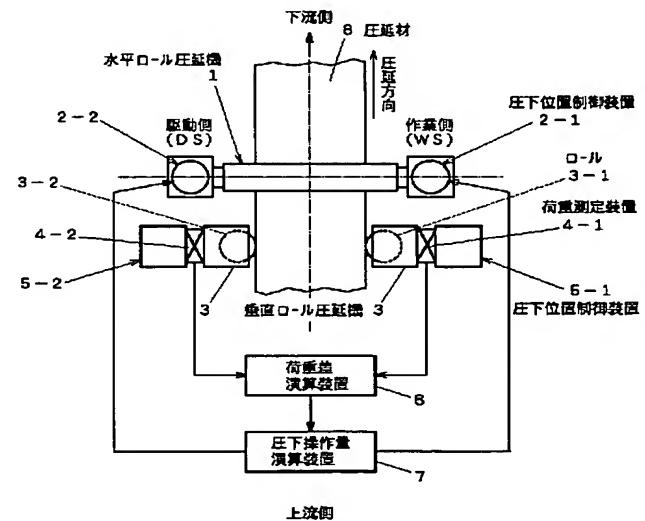
(21)出願番号	特願平6-13314	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22)出願日	平成6年(1994)2月7日	(72)発明者	小川茂 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
		(72)発明者	吉田忠繼 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
		(72)発明者	石井篤 富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内
		(74)代理人	弁理士 杉信興

## (54)【発明の名称】圧延制御装置

## (57)【要約】

【目的】粗圧延工程あるいは仕上圧延前半の工程において、以降の圧延における蛇行又はキャンバーの原因となるような板厚ウェッジの長手方向変動を生じることなく、圧延材を真直に通板する。

【構成】水平ロール圧延機とその上流側に設置され、それぞれ独立に荷重測定装置が装備された左右2本の垂直ロールを有する垂直ロール圧延機とからなる板圧延設備と、垂直ロール圧延機の左右2本のロールの荷重測定装置の出力の差を算出する演算装置と、荷重測定装置の出力差に対応して、水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置と、圧下レベリング操作量に基づいて水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作する圧下位置制御装置とからなる圧延制御装置。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水平ロール圧延機と、その上流側に設置され、それぞれ独立に荷重測定装置が装備された左右2本の垂直ロールを有する垂直ロール圧延機とからなる板圧延設備の、前記垂直ロール圧延機の前記左右2本のロールの荷重測定装置の出力の差を算出する演算装置と、前記荷重測定装置の出力差に対応して、前記水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置と、前記圧下レベリング操作量に基づいて前記水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作する圧下位置制御装置とからなる圧延制御装置。

【請求項2】 水平ロール圧延機と、その上流側に設置され、それぞれ独立に荷重測定装置が装備された左右2本の垂直ロールを有する垂直ロール圧延機と、さらにその上流側に設置された圧延材のキャンバー形状測定装置とからなる板圧延設備の、前記キャンバー形状測定装置によって検出された圧延材のキャンバー形状と、圧延材の進行速度の測定値または推定値とから、前記圧延材が前記垂直ロール圧延機を通過する時点での前記圧延材の板幅中心の板幅方向位置の変化量を推定する演算装置と、該板幅中心の板幅方向位置変化量の演算結果にしたがつて、前記垂直ロール圧延機の左右2本の垂直ロールを一体として、前記圧延材のキャンバー形状に倣うように、板幅方向に連続的に移動せしめる圧下制御装置と、前記垂直ロール圧延機の前記左右2本の垂直ロールの荷重測定装置の出力の差を算出する演算装置と、前記荷重測定装置の出力差に対応して、前記水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置と、前記圧下レベリング操作量に基づいて前記水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作する圧下位置制御装置とからなる圧延制御装置。

【請求項3】 水平ロール圧延機と、それぞれ独立に荷重測定装置が装備された左右2本の垂直ロールを有する垂直ロール圧延機が、前記水平ロール圧延機の上流側および下流側にそれぞれ少なくとも1基設置されて構成される板圧延設備の、前記水平ロール圧延機の上流側および下流側の前記垂直ロール圧延機の前記左右2本の垂直ロールの荷重測定装置の出力の差をそれぞれ算出する演算装置と、上流側および下流側の前記垂直ロール圧延機それぞれの前記荷重測定装置の出力差に対応して、前記水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置と、前記圧下レベリング操作量に基づいて前記水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作する圧下位置制御装置とからなる圧延制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、板材の厚さを圧減する圧延工程において、圧延材を圧延ライン方向に真直に通板する圧延制御装置に関する。

## 【0002】

10

10

20

20

30

40

50

【従来の技術】 板圧延において、圧延材を圧延ラインに真直に通板する制御技術は、圧延トラブルを避けるという観点で最も重要な圧延操業技術の一つである。このような技術を一般に蛇行制御技術と称するが、蛇行矯正に最も有効な操作は、水平ロール圧延機の左右の圧下位置差の調整すなわち圧下レベリング操作である。なお、本願明細書では、表現を簡単にするため、水平ロール圧延機の作業側(WS)および駆動側(DS)の総称として「左右」という表現を用いることにする。また、本願明細書では、圧延機中心と圧延材の板幅方向中心との幅方向位置差を、「蛇行量」と称し、圧延材の曲がりを「キャンバー」と称する。

【0003】 蛇行制御技術に関する従来技術として、例えば特開昭59-191510号公報には、圧延機入側に圧延材の蛇行量の検出器を設け、該蛇行量と圧延材の目標位置との差に応じて、圧延材の圧下レベリング操作を実施する方法が開示されている。

【0004】 また、特公昭59-44932号公報には、圧延材のキャンバー制御を目的として、水平圧延後のエッジング圧延における左右の垂直ロールの圧延荷重差を検出して、水平圧延の圧下レベリング操作を実施する方法が、特開昭59-183901号公報には、エッジング圧延後に水平圧延する圧延操業において、エッジング圧延前にキャンバー測定を行い、該キャンバーを矯正する方向にエッジング圧延の垂直ロールを圧延材の幅方向に移動させる方法が、また、特開平3-230804号公報には、圧延材先端(進行方向の前端部分)の蛇行およびキャンバー防止技術として、水平ロール圧延機の上流側の垂直ロールを板幅方向にシフトして、圧延材先端の水平ロール圧延機への進入位置を制御する方法が、開示されている。

【0005】 さらに、特公平5-34092号公報には、水平ロール圧延機入側のサイドガイドにかかる板幅方向の荷重を検出して水平ロール圧延機の圧下レベリング操作を実施する絞り込み防止技術が開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように蛇行制御に関しては多くの従来法が開示されているが、そのほとんどの技術は、圧延材をあくまでもミルセンターで圧延すること、すなわち蛇行量を零とすること、および圧延材のキャンバーを零にすることを目標としている。しかしながら、先に述べたように、蛇行制御のための最も有効な操作は水平ロール圧延機の圧下レベリング操作であるから、これを用いて蛇行量零およびキャンバー零を目標として制御する場合、水平圧延後の板厚の左右差すなわち板厚ウェッジが、圧延材の長手方向に変動することを避けることができなくなる。このような板厚ウェッジの長手方向変動は、板厚精度そのものの悪化のみならず、特に短周期の急激な板厚ウェッジ変動は当該水平圧延以降の水平圧延において蛇行あるいはキャンバーを生

3

じる原因となってしまうため、必ずしも最終製品のキャンバー低減および最下流圧延機の蛇行防止に有効となるとは限らない。

【0007】上述した従来技術の中で、特開昭59-191510号公報は、蛇行量を直接検出し蛇行量を零にすることを目的として、圧下レベリング操作を実施する技術であり、蛇行量を直接検出するため、蛇行検出器の分解能程度の蛇行を生じて初めて圧下レベリング制御を実施することになり、その応答遅れのため過剰な圧下レベリング制御が必要となって、上述した板厚ウェッジが圧延材の長手方向に変動するという問題を避けられない。また、特公平5-34092号公報は、やはり蛇行量を零にすることを目的として圧下レベリング操作を実施する技術であるが、一般に圧延材の幅方向端部との間に隙間を有するサイドガイドの荷重を検出端とするため、検出端そのものに不感帯が存在するという不安定な制御となり、その応答遅れのための過剰な圧下レベリング制御が必要となって、上述した板厚ウェッジの長手方向変動に関する問題を避けられない。また、これらの蛇行量を目標とした制御方法では、圧延機の入側において圧延材がキャンバーを有する場合、必ず板厚のウェッジを生じ、次の水平圧延において再び蛇行あるいはキャンバーを生じることを避けることができない。

【0008】また、特公昭59-44932号公報は、圧延機の出側において圧延材のキャンバーを零にすることを目的として、水平圧延後のエッジング圧延の垂直ロール反力の左右差を検出して前記水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作するものであるが、水平ロール圧延機出側に存在する垂直ロールの反力差を零にする方向で制御するだけでは、例えば図7に示すように、水平ロール圧延機入側の圧延材のキャンバーと板厚ウェッジ、あるいは、入側圧延材の中心線と圧延ライン方向とのなす角すなわち進入角の誤差等に起因して、前記水平ロール圧延機において発生する蛇行とキャンバーの方向がミルセンターに関して互いに反対側である場合、水平ロール圧延機出側の垂直ロール9-1, 9-2の荷重には左右差を生じず、有効な蛇行およびキャンバー制御は不可能となる。

【0009】すなわち、図7の(a)には蛇行およびキャンバーなしの理想状態を示し、図7の(b)には作業側(WS)に蛇行を生じ、出側で駆動側(DS)にキャンバーを生じている状態を示しているが、このキャンバー状態では、出側の垂直ロール荷重に左右差を生じないまま、明らかに好ましくない通板状態となっている。図7の(b)のような圧延状態は、入側圧延材の板厚がWSが厚く、しかも水平ロール圧延機への圧延材の進入位置がWSに寄っている場合に生じる。さらに、特開昭59-183901号公報は、垂直ロール圧延機入側での圧延材のキャンバーを別途検出し、これを矯正する方向に入側の垂直ロールを板幅方向に強制的に移動する方法

を示しているが、この方法による場合、垂直ロールの移動により圧延材に加えられる力によって、入側のキャンバーは矯正される方向に向かうものの、水平ロール圧延機入側の圧延材の進入角も影響を受け、さらには圧延材に作用する圧延方向応力に左右差を生じ、これらが出側キャンバーや出側板厚ウェッジを助長する原因となることもあり、完全なキャンバー制御は望めない。

【0010】また、特開平3-230804号公報は、圧延材の先端の水平ロール圧延機への咬み込み位置の制御のみを目的としており、その後の圧延における蛇行およびキャンバー制御方法に関しては、上述の従来法以外の技術は示していない。

【0011】本願発明は、以上のような従来法の問題認識に基づいて、水平ロール圧延機と、その上流側に接して垂直ロール圧延機を備える圧延設備において、主として圧延材の後端部近傍の圧延時に、当該圧延以降の圧延における蛇行あるいはキャンバーの要因となるような板厚ウェッジの長手方向変動を生じることなく、圧延材を圧延ライン方向に真直に通板することを目的とする。

### 20 【0012】

【課題を解決するための手段】本願発明の第一の要旨は、水平ロール圧延機と、その上流側に設置され、それぞれ独立に荷重測定装置が装備された左右2本の垂直ロールを有する垂直ロール圧延機とからなる板圧延設備の、前記垂直ロール圧延機の前記左右2本のロールの荷重測定装置の出力の差を算出する演算装置と、前記荷重測定装置の出力差に対応して、前記水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置と、前記圧下レベリング操作量に基づいて前記水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作する圧下位置制御装置とからなる圧延制御装置である。

【0013】第二の要旨は、水平ロール圧延機と、その上流側に設置され、それぞれ独立に荷重測定装置が装備された左右2本の垂直ロールを有する垂直ロール圧延機と、さらにその上流側に設置された圧延材のキャンバー形状測定装置とからなる板圧延設備の、前記キャンバー形状測定装置によって検出された圧延材のキャンバー形状と、圧延材の進行速度の測定値または推定値とから、前記圧延材が前記垂直ロール圧延機を通過する時点での前記圧延材の板幅中心の板幅方向位置の変化量を推定する演算装置と、該板幅中心の板幅方向位置変化量の演算結果にしたがって、前記垂直ロール圧延機の左右2本の垂直ロールを一体として、前記圧延材のキャンバー形状に倣うように、板幅方向に連続的に移動せしめる圧下制御装置と、前記垂直ロール圧延機の前記左右2本の垂直ロールの荷重測定装置の出力の差を算出する演算装置と、前記荷重測定装置の出力差に対応して、前記水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置と、前記圧下レベリング操作量に基づいて前記水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作する圧下位置制御装置

とからなる圧延制御装置である。

【0014】さらに第三の要旨は、水平ロール圧延機と、それぞれ独立に荷重測定装置が装備された左右2本の垂直ロールを有する垂直ロール圧延機が、前記水平ロール圧延機の上流側および下流側にそれぞれ少なくとも1基設置されて構成される板圧延設備において、前記水平ロール圧延機の上流側および下流側の前記垂直ロール圧延機の前記左右2本の垂直ロールの荷重測定装置の出力の差をそれぞれ算出する演算装置と、上流側および下流側の前記垂直ロール圧延機それぞれの前記荷重測定装置の出力差に対応して、前記水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置と、前記圧下レベリング操作量に基づいて前記水平ロール圧延機の圧下レベリングを操作する圧下位置制御装置とからなる圧延制御装置である。

【0015】なお本願発明において、垂直ロール圧延機とは、独立の基礎およびハウジングを有する本格的な板幅方向圧下を目的とする圧延機の他、水平ロール圧延機のハウジングに取り付けられた比較的軽圧下を目的とするエッジャーをも含む。

#### 【0016】

【作用】板圧延では、板厚の大きい素材を複数の圧延機あるいは複数回の圧延によって、製品の板厚にまで圧減していくが、このとき、多くの場合、比較的板厚の大きい領域を粗圧延工程、比較的板厚の小さい領域を仕上圧延工程と称して区別する場合が多い。なお、本願発明では、ホットストリップ圧延のように数基以上の圧延機を用いて行う圧延操業の他、厚板圧延のように1～2基の圧延機で複数回の圧延パスを実施する圧延操業も対象としているが、以下の説明では説明を簡単にするために、数基以上の圧延機を用いるホットストリップ圧延を対象に説明する。粗圧延工程と仕上圧延工程を比較した場合、板厚精度を最終的に決めるのは仕上圧延工程であり、また仕上圧延工程では板厚が小さい上に、一般に圧延速度が高くなるので、蛇行現象に起因する絞り事故も発生しやすくなり、圧延機の圧下および圧下レベリングに対して圧延実行中に制御が実施されることが多い。しかしながら、上述したように蛇行および／又はキャンバーを抑える目的で圧下レベリング制御を実施する場合、制御を実施するある圧延機のみにおける蛇行量や該圧延機出側のみでキャンバーを零にすることを狙って該圧延機の圧下レベリング制御を実施するため、圧延材の板厚ウェッジに長手方向の変動を与えてしまい、該圧延機より下流の水平ロール圧延機による圧延で蛇行あるいはキャンバーを生じる原因を新たに導入してしまうことがある。したがって、上記したような蛇行およびキャンバーを零にするための圧下レベリング制御は、仕上圧延機の最終スタンダードあるいはその直近の圧延機に限定するべきものであり、それより上流側の圧延で採用すべきものではない。

【0017】そこで、本願発明では、粗圧延あるいは仕上圧延前段の比較的板厚の厚い領域において、板厚ウェッジの長手方向変動の導入を最小限に止めながら、圧延材を圧延ライン方向に真直に通板する圧延制御装置を提示する。

【0018】本願発明の上述の第一の要旨は、水平ロール圧延機の上流側に垂直ロール圧延機を配備した圧延設備を前提として、垂直ロール圧延機の左右2本のロールの荷重測定装置の出力差から、直近の下流側水平ロール

10 圧延機における圧延の左右非対称性、特に圧下率の板幅方向非対称性、を検出することが第一のポイントである。これに類似の従来技術として、前述の特公昭59-44932号公報に、水平ロール圧延機の下流側の垂直ロールの荷重測定装置の出力の左右差を検出装置としてキャンバー制御を実施する方法が開示されているが、図7を用いて説明したように、この開示された方法では検出できない蛇行あるいはキャンバーのモードが存在すること、および、本願発明のように圧延材を真直に通板することを目的とする場合、先進率よりも後進率の方が大きいい通常の水平圧延では、下流側の垂直ロール荷重は、上流側の垂直ロール荷重よりも検出端として感度が悪くなる等の問題点を有している。

【0019】以上のような問題から本願発明では上流側の垂直ロール荷重を検出端とする。これにより、圧延材の蛇行の前兆となる入側の圧延材の進入角の変化の前兆を感度良く、しかも確実に感知できる。

【0020】また、本願発明の圧延制御装置は、水平ロール圧延機入側に配設された垂直ロール圧延機の垂直ロールが常に圧延材の幅方向端部に接触しているため、水平ロール圧延機における圧下率に左右差を生じて蛇行の原因となる水平ロール圧延機入側の圧延材の進入角が変動する前兆を、垂直ロール荷重の左右差として検出することができ、蛇行が実際に発生する前に、その原因となる水平ロール圧延機の圧下レベリングと入側板厚分布の不整合を矯正することが可能となり、従来技術では不可避であった圧下レベリング応答の遅れの問題を解消することができる。元来板厚ウェッジの長手方向変動は、圧下レベリング制御を実施しない粗圧延の前半では、圧延材の温度偏差等に起因する長周期の緩やかなものであるため、本願発明によって圧延材の蛇行を未然に防ぐ蛇行制御を実施することにより、板厚の幅方向分布を相似に保ちつつ圧延することができ、板厚ウェッジの短周期の長手方向変動の発生を防止することができる。

【0021】なお、本願発明を粗圧延の最上流圧延機より適用することによって、板厚ウェッジの長手方向変動をほぼ完全に防止することも可能である。

【0022】さらに、本願発明の上述の第二の要旨は、入側圧延材が既にキャンバーを有している場合に有効な圧延制御装置を提示する。本願発明の対象としている垂直ロール圧延機と水平ロール圧延機に入つて来る圧延材

そのものが既にキャンバーを有している場合、これを矯正する方向に強制的に入側の垂直ロールの板幅方向位置を制御するのが特開昭59-183901号公報に開示されている方法であるが、この方法を本願発明が主として考慮の対象としている圧延材後端部近傍の圧延に適用する場合、例えば図6の(a)に示すようにDS方向にキャンバーが存在する場合、図6の(b)に示すように、WS方向に垂直ロール3-1, 3-2を移動し、垂直ロール圧延機(3-1, 3-2)と水平ロール圧延機1との間の曲げによりキャンバーを矯正することになるが、この方式では、当該圧延で見かけ上キャンバーは矯正されたように見えても、水平ロール圧延機入側の圧延方向応力(以下では張力と称する)の幅方向分布は不均一となり、本願発明で問題視している板厚ウェッジの長手方向変動を水平圧延によって作る原因となってしまう。

【0023】これに対して本願発明では、図6の(c)に示すように、圧延材8が既にDS方向にキャンバーを有する場合、垂直ロール圧延機(3-1, 3-2)の上流側に配備したキャンバー測定装置によって予めキャンバー形状を測定し、さらにキャンバー測定装置から垂直ロール圧延機(3-1, 3-2)までの距離と入側圧延材の進行速度の測定値または推定値とから、入側圧延材のキャンバー形状を保持したまま圧延ライン方向に真直に進行させることを意図して、入側圧延材のキャンバー形状に倣って垂直ロール3-1, 3-2を一体としてDS方向に移動し、その上で、垂直ロール荷重の左右差が零になることを目標として水平ロール圧延機1の圧下レベリング制御を実施する。

【0024】このような圧延制御を実施することによって、垂直ロール圧延機入側の圧延材のキャンバーを悪化させることなく、しかも板厚ウェッジの長手方向変動を新たに導入することも避けることができる。また、本願発明の圧延制御装置を粗圧延の最上流圧延機より適用することによって、圧延材後端部のキャンバー発生をほぼ完全に防止することも可能となる。

【0025】なお、これまで圧延材後端部近傍のみを考慮の対象としてきたが、本願発明の上述の第一および第2の要旨を、圧延材先端部近傍の圧延時に利用する場合は、一般に水平ロール圧延機(1)の入側には十分な長さの圧延材(8)がテーブル上に存在するため、当該水平ロール圧延機(1)における圧下率に左右差を生じても、これが水平ロール圧延機入側の垂直ロール圧延機(3-1, 3-2)の荷重の左右差として検出できない場合もある。このような場合には、入側ではなくてむしろ出側材料速度に左右差を生じて、水平ロール圧延機(1)の出側で材料にキャンバーが発生することになる。このようなキャンバー発生をも防止する圧延制御装置が、本願発明の第三の要旨である。

【0026】本願発明の第三の要旨は、水平ロール圧延機の前後に垂直ロール圧延機がある設備において、垂直

ロール圧延機それぞれの垂直ロール荷重の左右差によって、水平ロール圧延機による圧下率の左右非対称性を検出し、これを解消するため水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を演算し、この演算値に基づいて水平ロール圧延機の圧下レベリング制御を行う圧延制御装置である。

【0027】この圧延制御装置によれば、常時、水平ロール圧延機前後の垂直ロール荷重の左右差によって、前記水平ロール圧延機における圧下率の左右非対称性を監視することが可能となり、圧延材後端部の圧延時のみならず、圧延材先端部および圧延材中央部の圧延時にも、板厚ウェッジの長手方向変動を最小限におさえながら、蛇行およびキャンバーを最小限に抑えることが可能となる。この圧延制御装置を粗圧延の最上流より採用することによって、ほぼ完全な蛇行およびキャンバー制御も可能となる。

【0028】なお、以上の説明はホットストリップ圧延を対象として実施してきたが、その他、厚板圧延のように1基の圧延機で複数パスの圧延を実施する圧延プロセスにも、本発明は同様に適用でき、したがってこれを制御対象に含むものである。

### 【0029】

#### 【実施例】

実施例1：図1に本願発明の、第一の要旨に対応する第1実施例を示す。上流側に垂直ロール圧延機3を、下流側に水平ロール圧延機1を有する圧延設備で、垂直ロール圧延機3の作業側および駆動側の垂直ロール3-1, 3-2には、各々独立にロール荷重を測定する荷重測定装置4-1, 4-2が設けられている。圧延材8が垂直ロール圧延機3を通過する際、作業側の垂直ロール3-1の荷重測定装置4-1と駆動側の垂直ロール3-2の荷重測定装置4-2は、垂直ロールにかかる荷重を測定し、演算装置6に出力する。演算装置6はこの出力に基づいて出力差△Pを計算し、この荷重の左右差△Pは、圧下レベリング操作量演算装置7に伝えられ、圧下レベリング操作量演算装置7が△Pに基づいて圧下レベリング操作量を計算して圧下位置制御装置5-1, 5-2に出力する。この圧下制御は、例えば、作業側垂直ロール荷重が駆動側垂直ロール荷重より大きい場合は、水平圧延における駆動側の後進率が大きく、駆動側の圧下率が大きいと判断されるので、水平ロール圧延機1の駆動側のロールギヤップを相対的に開ける方向に圧下レベリング操作を行なう。

【0030】より具体的には、圧下レベリング操作量演算装置7は、垂直ロール荷重差△Pをもとに、例えば、比例ゲイン(P), 積分ゲイン(I), 微分ゲイン(D)を掛けて、圧下レベリング操作量を決定するPIDI制御を実施する。演算装置7で算出された圧下レベリング操作量は、図1に示すように水平ロール圧延機1の作業側の圧下位置制御装置2-1および駆動側の圧下位

置制御装置2-2に伝えられて、駆動側の圧下位置を上げ、かつ作業側の圧下位置を下げるか、またはその逆の動作の圧下レベリング制御が実施されることになる。

【0031】図1に示すような圧延制御装置を用いることにより、圧延材を圧延ライン方向にほぼ直に通板することが可能となり、蛇行・キャンバーによる圧延トラブルを撲滅することができ、さらに圧延製品の板厚精度および平面形状精度を向上させることができる。

【0032】実施例2：図2には、図1と同様の方式の圧延制御装置をリバース圧延を行う水平ロール圧延機1の前後に配備した第2実施例を示す。水平ロール圧延機の上流側および下流側に垂直ロール圧延機3および9が設けられている。垂直ロール圧延機3、9の作業側および駆動側には垂直ロール3-1、3-2、9-1、9-2が設けられ、それぞれ独立にロール荷重を測定する荷重測定装置4-1、4-2、10-1、10-2が設けられている。

【0033】図2に示している圧延方向では、図1の場合と同様に圧延材8が垂直ロール圧延機3を通過する際、水平ロール圧延機1の上流側の垂直ロール圧延機3-1および3-2の荷重測定装置4-1および4-2で垂直ロール荷重が測定され、両者の荷重の差△Pを演算装置6が計算する。この荷重の左右差△Pに基づいて演算装置7が、水平ロール圧延機1の圧下レベリング操作量を計算し、この圧下レベリング操作量にしたがって水平ロール圧延機1の圧下制御装置2-1および2-2の制御を実行する。この制御は、上記実施例1と同様である。図2に示す圧延方向の場合には、水平ロール圧延機1の下流側の垂直ロール圧延機9の垂直ロール9-1および9-2は、圧延材に接触しない状態で待機している。

【0034】次に、リバース圧延で図2の圧延方向が反転した場合、図2の下流側垂直ロール圧延機9の垂直ロール9-1、9-2と、上流側垂直ロール圧延機3の垂直ロール3-1、3-2との役割が反転し、垂直ロール3-1、3-2は圧延材に接触しない状態で待機し、垂直ロール9-1、9-2が圧延に関与することとなる。図2から圧延方向が反転したこの状態では、圧延材8が垂直ロール圧延機9を通過する際、垂直ロール9-1および9-2の荷重測定装置10-1および10-2で垂直ロール荷重が測定され、両者の荷重の差△Pを演算装置12が計算し、この荷重の左右差△Pに基づいて圧下レベリング操作量を演算装置13が計算し、この圧下レベリング操作量にしたがって水平ロール圧延機1の圧下制御装置2-1および2-2の制御を実行する。なお圧下レベリング操作量は実施例1と同様の方法で演算する。このように入側および出側に同様のシステムを配置し、これを交互に利用することにより、リバース圧延の何れの圧延方向にも実施例1と同様の圧延制御を実行する。

【0035】実施例3：図3には、水平ロール1を有する圧延機の上流側および下流側の垂直ロール圧延機を同時に利用して水平ロール圧延機1の圧下レベリング制御を行う場合の圧延制御装置の実施例（第3実施例）を示す。これは本願発明の第三の要旨に対応する実施例である。第2実施例と同様に水平ロール圧延機1の上流側および下流側に垂直ロール圧延機3および9が設けられ、垂直ロール圧延機3、9の作業側、駆動側には、垂直ロール3-1、3-2、9-1、9-2が設けられ、かつ各々の垂直ロールには、ロールにかかる荷重を独立に測定する荷重測定装置4-1、4-2、10-1、10-2が設けられている。

【0036】圧延材8が垂直ロール圧延機3を通過する際、上流側の垂直ロール3-1、3-2に加わる荷重を荷重測定装置4-1、4-2によって測定し、その左右差△Puを演算装置6によって計算する。さらに下流側の垂直ロール9-1、9-2も同時に圧延材に接触せしめ、そのロールに加わる荷重を荷重測定装置10-1、10-2によって測定し、その左右差△Plを演算装置20 12によって計算する。さらに、上流側の垂直ロール荷重の左右差△Puと下流側の垂直ロール荷重の左右差△Plに基づいて演算装置7によって水平ロール圧延機1の圧下レベリング操作量を演算し圧下位置制御装置に指令する。例えば、上流側の作業側垂直ロール荷重が駆動側垂直ロール荷重より大きい場合は、水平圧延における駆動側の後進率が大きく、駆動側の圧下率が大きいと判断されるので、水平ロール圧延機1の駆動側のロールギャップを開ける方向に圧下レベリング操作を行なう。また、下流側の作業側垂直ロール荷重が駆動側垂直ロール荷重より大きい場合は、水平圧延における駆動側の先進率が大きく、駆動側の圧下率が大きいと判断されるので、水平ロール圧延機1の駆動側のロールギャップを開ける方向に圧下レベリング操作を行なう。より具体的には、上流側の垂直ロール荷重左右差△Puをもとに、例えば、比例ゲイン（P）、積分ゲイン（I）、微分ゲイン（D）を掛けて、上流側情報に基づく圧下レベリング操作量△Sdfuを求め、下流側の垂直ロール荷重左右差△Plをもとに、同様にPIDゲインを掛けて、下流側情報に基づく圧下レベリング操作量△SdfLを求め、水平ロール圧延機1の圧下レベリング操作量△Sdfを次式によって求める。

【0037】
$$\Delta S_{df} = \Delta S_{dfu} + \Delta S_{dfL}$$
  
このようにして演算装置7で算出された圧下レベリング操作量△Sdfは、図3に示すように水平ロール圧延機1の作業側の圧下位置制御装置2-1および駆動側の圧下位置制御装置2-2に伝えられて、駆動側の圧下位置を上げ、かつ作業側の圧下位置を下げるか、またはその逆の動作の圧下レベリング制御が実施されることになる。

【0038】以上に説明した圧延制御装置により、圧延材後端部近傍の圧延のみならず、圧延材先端部近傍の圧

延時においても材料の通板が圧延ライン方向に真直になり、キャンバーおよび板厚ウェッジの長手方向変動が低減する。

【0039】実施例4：図4に、入側圧延材が既にキャンバーを有している場合に有効な、本願発明の第二の要旨に対応する第4実施例を示す。第1実施例と同様に水平ロール圧延機1の上流側に垂直ロール圧延機3が設けられている。垂直ロール圧延機3の作業側および駆動側には垂直ロール3-1および3-2が設けられ、かつ各々の垂直ロール3-1および3-2には、ロールに加わる荷重をそれぞれ独立に測定する荷重測定装置4-1および4-2が設けられている。圧延材8が垂直ロール圧延機3を通過する際、作業側の垂直ロール荷重と駆動側の垂直ロールに加わる荷重が荷重測定装置4-1および4-2により測定され演算装置6に出力され、演算装置6が、この出力に基づいて垂直ロール荷重の左右差△Pを算出する。上流側の垂直ロール圧延機のさらに上流側に垂直ロール圧延機入側の圧延材の幅方向端部の板幅方向位置を検出するキャンバー検出器14-1, 14-2が設けられている。これらキャンバー検出器14-1, 14-2の出力に基づいてキャンバー量演算装置15が、垂直ロール圧延機入側の圧延材のキャンバー量を演算し、演算装置16が、この演算結果に基づいて、垂直ロール圧延機入側の圧延材がそのまま圧延ラインに真直に進行するとした場合の、当該圧延材が垂直ロール圧延機3を通過する時点での圧延材の板幅中心位置変化量を演算する。この演算で必要となる垂直ロール入側での圧延材の移動速度は、ここでは図示しないピンチロールの回転速度より算出するが、これは非接触式速度計によって直接計測してもよく、また垂直ロールあるいは水平ロールの回転数から後進率を考慮して演算して使用してもよい。次に、演算装置16は、算出した板幅中心位置変化量に基づいて、垂直ロール圧延機3入側でのキャンバー形状を保持したまま入側圧延材が圧延ラインに真直に進行するとした場合の形状に倣うように、垂直ロールの圧下位置制御装置5-1, 5-2に圧下操作量を与える。このように垂直ロール3-1, 3-2の位置制御を実行しつつ、図1に示した実施例1と同様に水平ロール圧延機1の圧下レベリング制御を実施する。

【0040】以上に説明した圧延制御装置によって、垂直ロール圧延機入側の圧延材がキャンバーを有している場合でも、そのキャンバーを悪化させることなく、また、板厚ウェッジの長手方向変化を新たに発生することもなく、圧延材が圧延ラインに真直に進板する。なお通常、圧延材のキャンバー量を直接検出するには、圧延材の板端位置を検出する装置を圧延方向に複数台設置する必要があるが、ここでは、入側圧延材が圧延ライン方向に真直に進行することを前提としているので、圧延材の板端位置を長手方向に一箇所で検出する方式として効率的な装置としている。

【0041】実施例5：図5には、継ぎ目を有する圧延材の圧延に好適な第5実施例を示す。継ぎ目を有する圧延材とは、元来別個の素材を溶接して接合した圧延材や、別個の圧延材を連続的に供給して水平圧延機1の圧延によって接合する場合の先行材後端部と後行材先端部近傍を意味する。このような材料の圧延において、先行材の水平圧延の圧下レベリング不良によって先行材の後端部近傍が剛体回転すると、先行材と後行材の継ぎ目部17に曲げ応力に相当する板幅方向不均一な応力が作用し、溶接部の破断、あるいはこれから接合しようとしている場合には、継ぎ目部17に板幅方向不均一な間隙が発生し、接合の障害となってしまう。このような現象は、図5に示しているように水平ロール圧延機1の上流側に垂直ロール圧延機3を配備して、先行材の後端部近傍に拘束効果を生じさせることにより改善されるが、この機械的拘束力のみを利用する場合（本願発明の圧延制御装置を適用しない場合）は、垂直ロール圧延機の位置における板幅方向位置が拘束されたとしても、水平ロール圧延機1における蛇行を生じる可能性があり、このとき垂直ロール位置を支点とした先行材後端部の剛体回転運動が発生し、継ぎ目部17に上述した不都合を生じることになる。

【0042】図5に示すように、垂直ロール3-1, 3-2の荷重差を荷重測定装置4-1, 4-2および演算装置6によって算出し、この荷重差に基づいて圧下レベリング操作量を演算装置7によって算出して水平ロール圧延機1の圧下位置制御装置2-1, 2-2による圧下レベリング制御を実施するという本願発明の圧延制御装置を適用すると、先行材後端部は、常に圧延ライン方向に真直に進行するので、継ぎ目部17に上述したような不都合を生じることがなくなる。

【0043】さらに先行材後端部近傍にキャンバーが存在する場合は、垂直ロール圧延機のさらに上流側にキャンバー測定装置を配し、そのキャンバー形状に倣って垂直ロールを板幅方向に移動しながら、垂直ロール荷重の左右差に応じて水平ロール圧延機1の圧下レベリング制御を実施するという、図4に示した第4実施例の圧延制御装置を適用することにより、先行材後端部を常に圧延ライン方向に真直に移動させることが可能となり、継ぎ目部17の破断や幅方向不均一ギャップの発生を未然に防止することが可能となる。

【発明の効果】本願発明の圧延制御装置を適用することにより、さらに下流の圧延において蛇行あるいはキャンバーの要因となる板厚ウェッジの長手方向変動を圧延材に与えることなく、圧延材を圧延ライン方向に真直に通板することが可能となり、蛇行あるいはキャンバーによる通板事故をなくすことが可能となるとともに、板厚精度および平面形状精度も向上し、圧延歩留も向上する。

【0045】さらに、本願発明を、先行する粗バーと次

の粗バーを接合して仕上圧延機における完全連続圧延を実施するホットストリップミルの仕上圧延機あるいはその直前に適用することにより、先行材のクロップカット後の後端面は圧延ラインに垂直を保ったまま移動するため、次材のクロップカット後の先端面との間に幅方向に不均一なギャップを生じることなく圧延できることとなり、仕上圧延中の破断事故のない確実な連続圧延操業が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本願発明の第1実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】 本願発明の第2実施例の構成を示すブロック図である。

【図3】 本願発明の第3実施例の構成を示すブロック図である。

【図4】 本願発明の第4実施例の構成を示すブロック図である。

【図5】 本願発明の第5実施例の構成を示すブロック図である。

【図6】 圧延材の後端部近傍のキャンバーを示す平面図である。

【図7】 水平ロール圧延機の出側に垂直ロール圧延機を有する圧延設備で圧延材の先端部近傍を圧延する場合の、圧延材の先端の姿勢を示す平面図である。

【符号の説明】

1：水平ロール圧延機

2-1：水平ロール圧延機の作業側の圧下位置制御装置

2-2：水平ロール圧延機の駆動側の圧下位置制御装置

3：上流側の垂直ロール圧延機

3-1：上流側の垂直ロール圧延機の作業側のロール

3-2：上流側の垂直ロール圧延機の駆動側のロール

4-1：上流側の垂直ロール圧延機の作業側の荷重測定装置

4-2：上流側の垂直ロール圧延機の駆動側の荷重測定

装置

5-1：上流側の垂直ロール圧延機の作業側の圧下位置制御装置

5-2：上流側の垂直ロール圧延機の駆動側の圧下位置制御装置

6：上流側の垂直ロール圧延機の作業側ロール荷重と駆動側ロール荷重の差を算出する演算装置

7：水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置

10 8：圧延材

9：下流側の垂直ロール圧延機

9-1：下流側の垂直ロール圧延機の作業側のロール

9-2：下流側の垂直ロール圧延機の駆動側のロール

10-1：下流側の垂直ロール圧延機の作業側の荷重測定装置

10-2：下流側の垂直ロール圧延機の駆動側の荷重測定装置

11-1：下流側の垂直ロール圧延機の作業側の圧下位置制御装置

20 11-2：下流側の垂直ロール圧延機の駆動側の圧下位置制御装置

12：下流側の垂直ロール圧延機の作業側ロール荷重と駆動側ロール荷重の差を算出する演算装置

13：下流側の垂直ロール圧延機の荷重差より水平ロール圧延機の圧下レベリング操作量を算出する演算装置

14-1：圧延材のキャンバー形状測定装置の作業側検出器

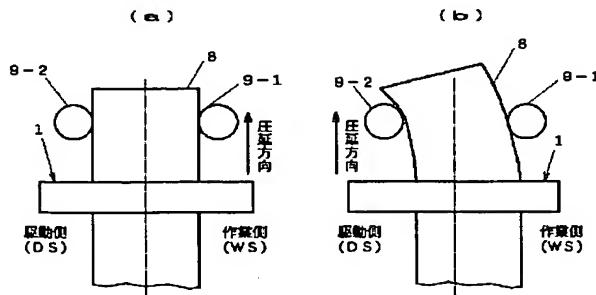
14-2：圧延材のキャンバー形状測定装置の駆動側検出器

30 15：圧延材のキャンバー形状測定装置のキャンバー量演算装置

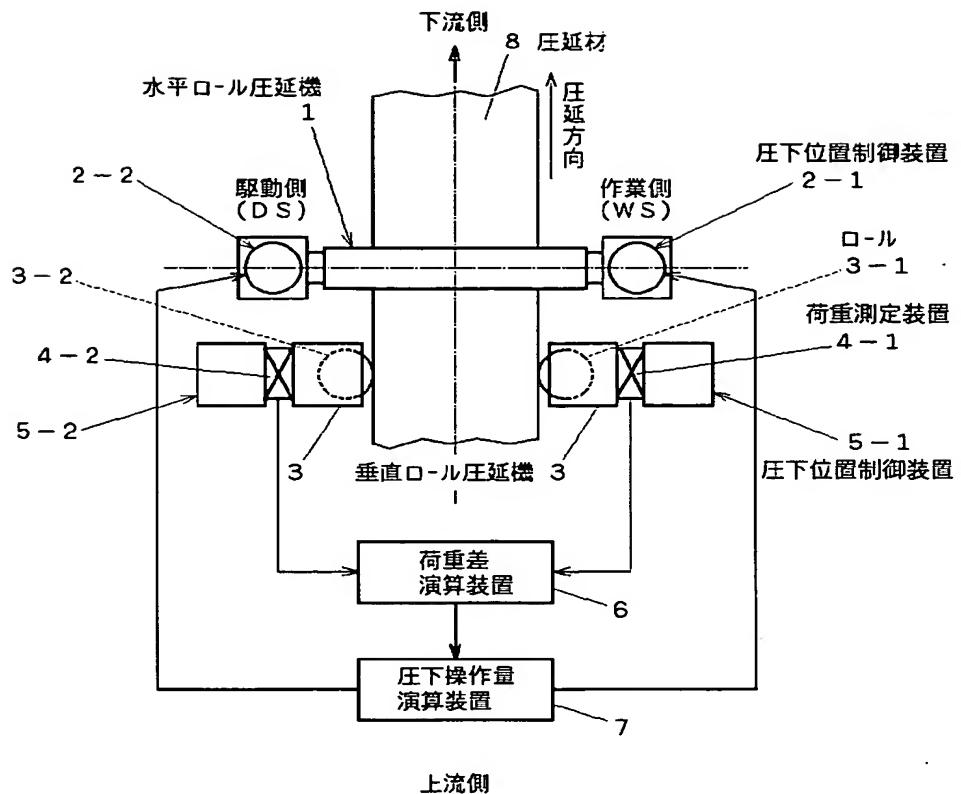
16：垂直ロール圧延機を圧延材が通過する時点での圧延材の板幅中心位置変化量の演算装置

17：先行する圧延材と後行する圧延材との継ぎ目

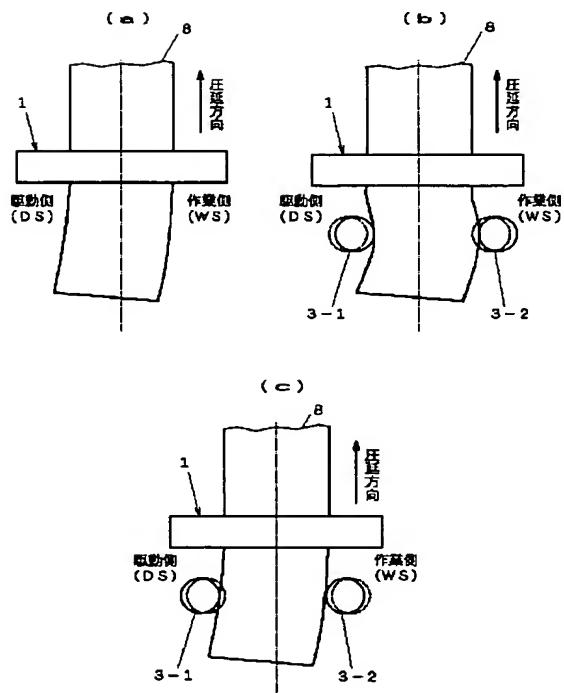
【図7】



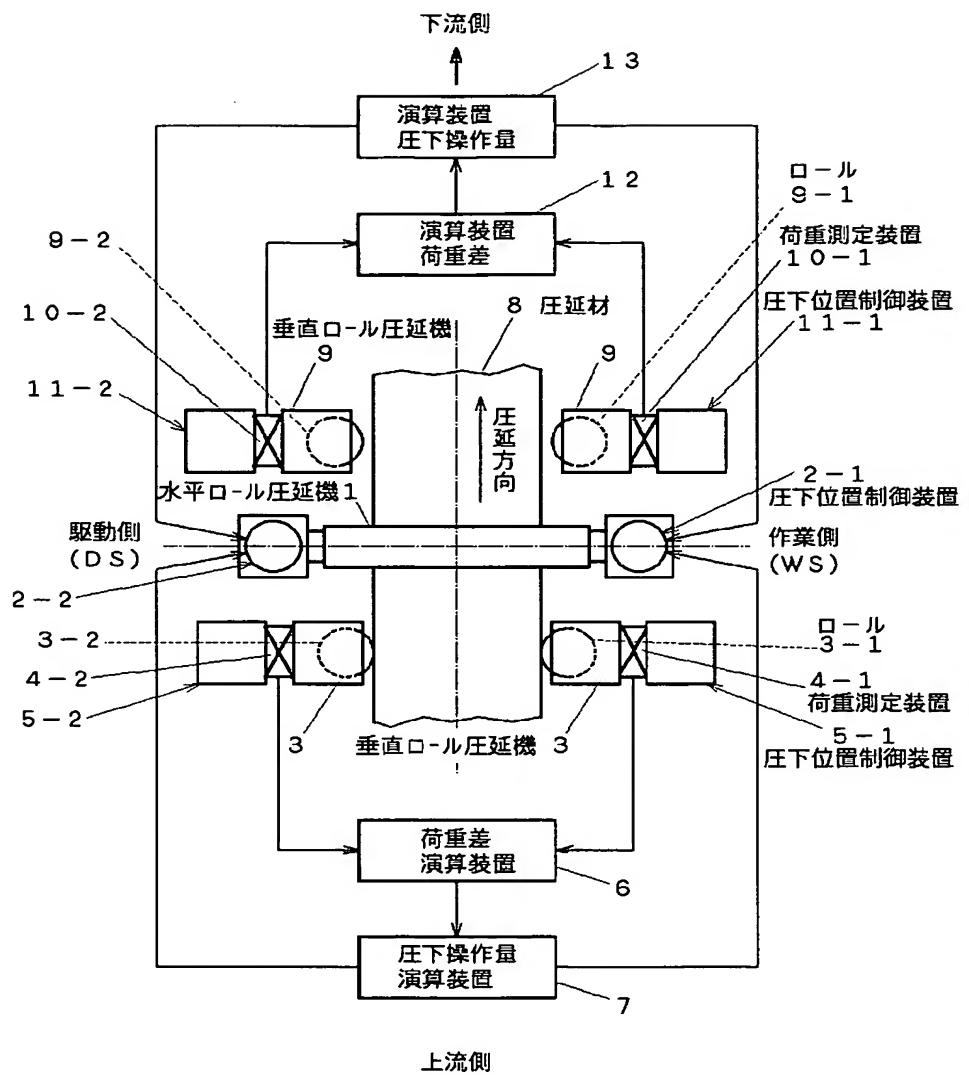
【図1】



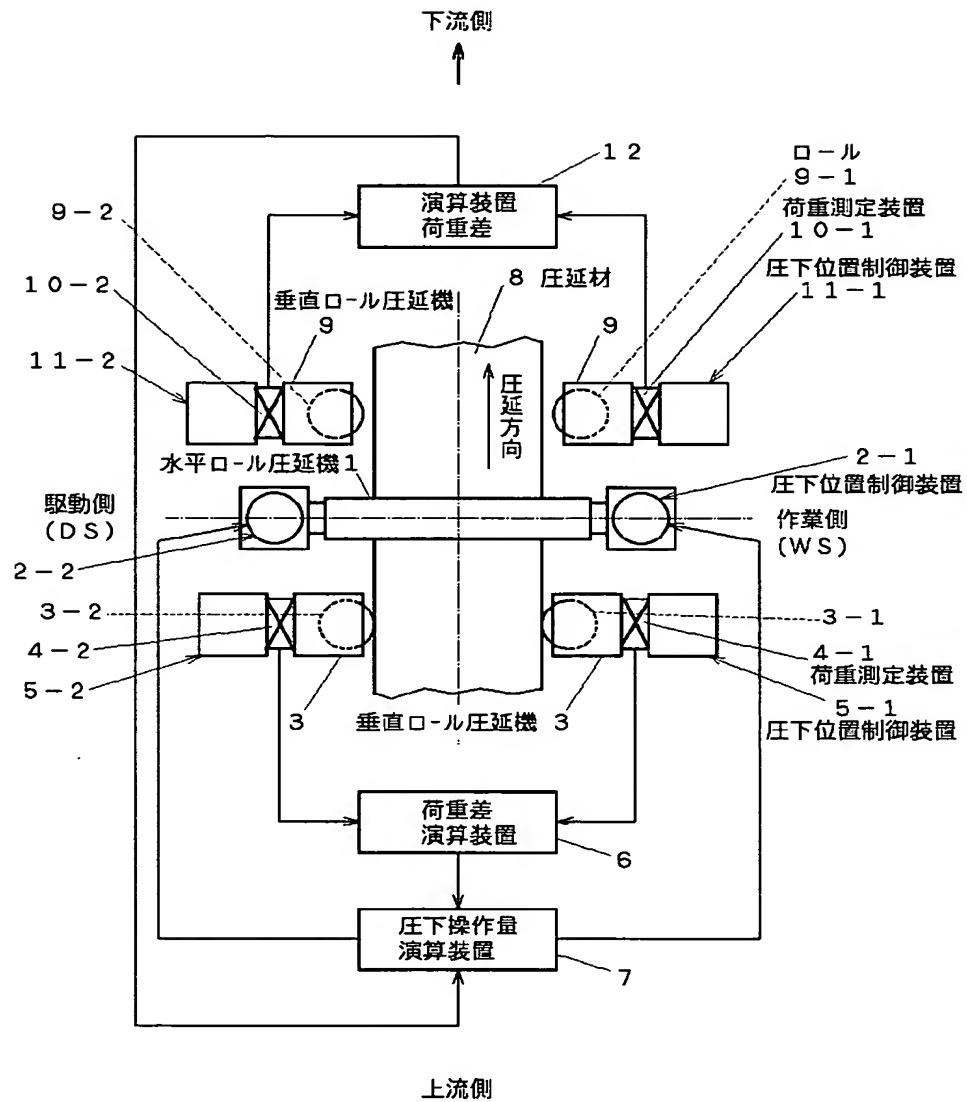
【図6】



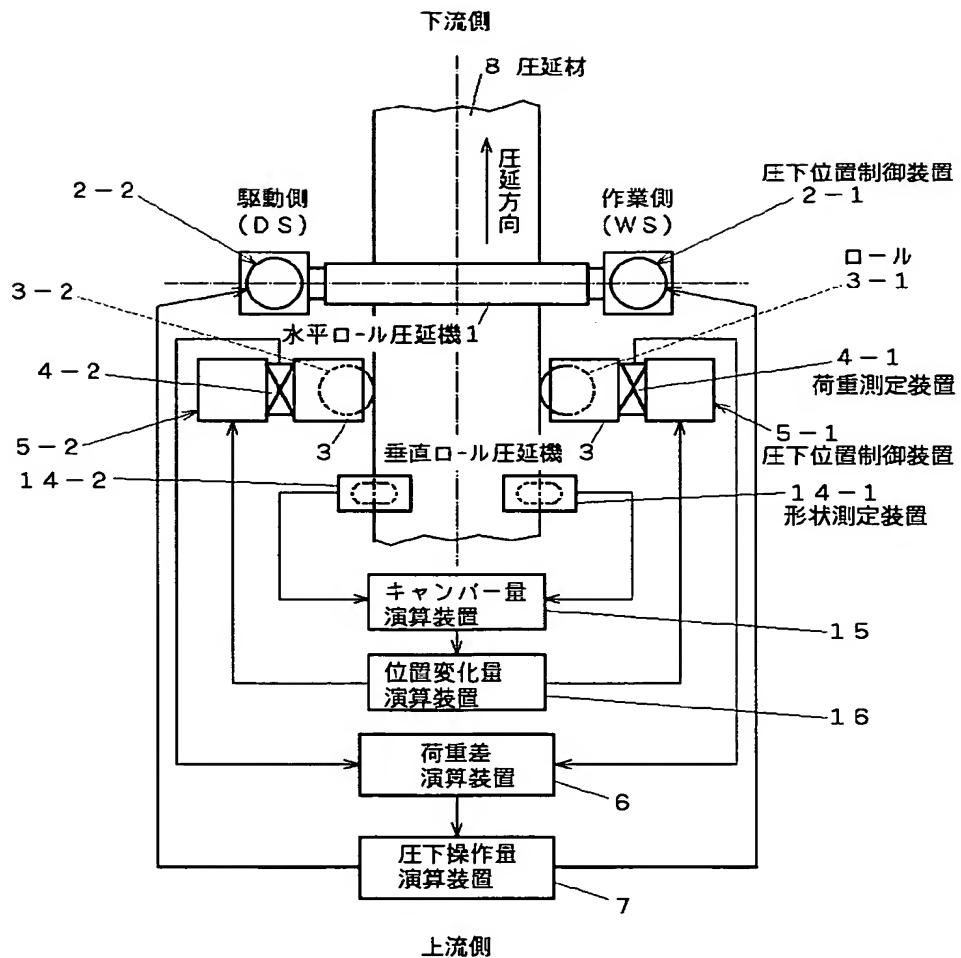
【図2】



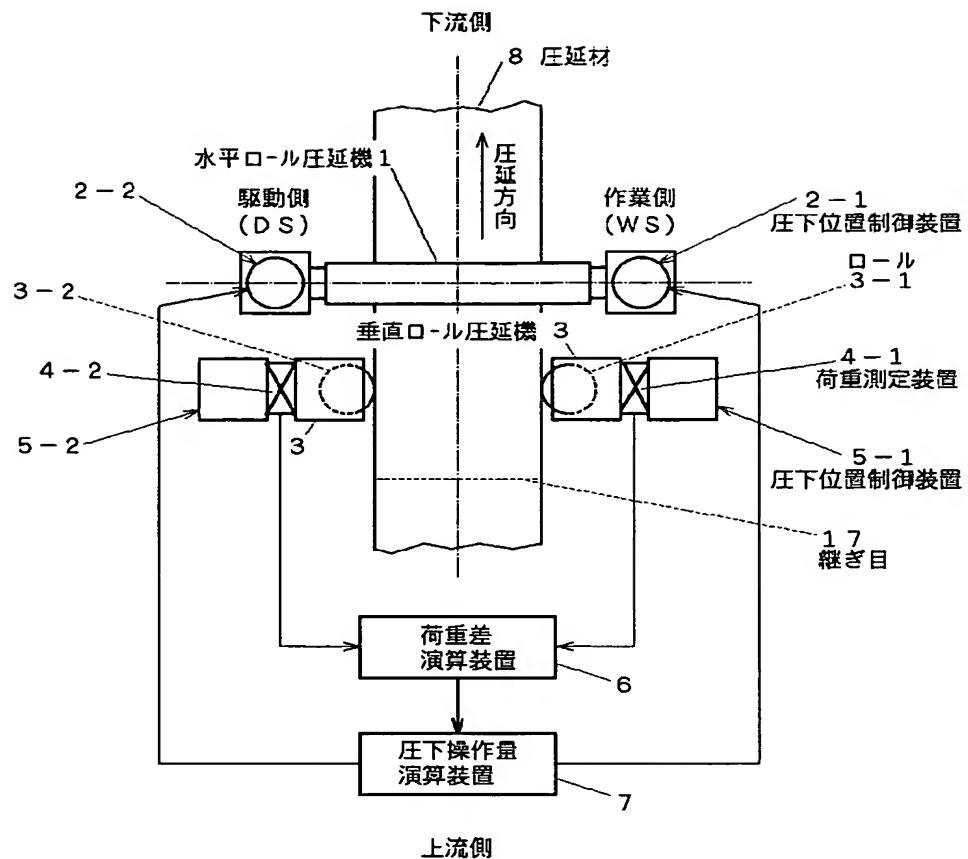
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. 6  
B 21 B 37/58

識別記号 庁内整理番号 F I

8315-4E B 21 B 37/00

119 A  
142 A

技術表示箇所

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
**As rescanning documents *will not* correct images**  
**problems checked, please do not report the**  
**problems to the IFW Image Problem Mailbox**